Zoologie

Untersuchungen über das Kanalsystem der Krustenanemonen

Mit 8 Abbildungen im Text

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung des Doktorgrades

bei der Naturwissenschaftlichen Fakultät der Schlesischen Friedrich-Wilhelms-Universität zu Breslau

vorgelegt von

Georg Hoffmann
aus Neitwalde, Kreis Znin

1939

Zoologie

Untersuchungen über das Kanalsystem der Krustenanemonen

Mit 8 Abbildungen im Text

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung des Doktorgrades

bei der Naturwissenschaftlichen Fakultät der Schlesischen Friedrich-Wilhelms-Universität zu Breslau

vorgelegt von

Georg Hoffmann
aus Neitwalde, Kreis Znin

1939

D 2

Referent: Prof. Dr. Pax

Korreferent: Prof. Dr. Stammer

Gedruckt mit Genehmigung der Naturwissenschaftlichen Fakultät der Schlesischen Friedrich-Wilhelms-Universität Breslau

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Abdruck aus den
Zoologischen Jahrbüchern. Bd. 65. Abt. f. Anatomie. 1939.
Begründet von J. W. Spengel.
Herausgegeben von M. Hartmann in Berlin-Dahlem u. R. Hesse in Berlin-Frohnau.
Verlag von Gustav Fischer in Jena.
Lippert & Co. G.m.b.H., Naumburg (Saale)
Printed in Germany

Nachdruck verboten.
Übersetzungsrecht vorbehalten.

Inhaltsverzeichnis.

	Seite
Einleitung	517
Untersuchungsmethoden	518
Ergebnisse früherer Untersuchungen	518
Eigene Untersuchungen	520
Versuch der Einordnung des Kanalsystems in einen Bauplan	528
Zusammenfassung	531
Auswertung	531
Literaturverzeichnis	533

Einleitung.

Die bisherigen Arbeiten über das Kanalsystem der Krustenanemonen befassen sich lediglich mit der äußeren Gestalt desselben. Über den Ursprung der Kanäle geben sie nichts an. Haddon u. Shackleton, v. Heider und andere Forscher knüpfen lediglich Vermutungen an ihre Untersuchungen. Auch ist die Frage nach der physiologischen Bedeutung des Kanalsystems gänzlich außer acht gelassen worden. Es ist wahrscheinlich, daß die Ursache hierfür in der angewandten Arbeitsmethode lag, die sich ausschließlich mit dem Studium von Mikrotomschnitten begnügte. Dieselben

waren nicht einmal lückenlos, was auf die schwierige Verarbeitung des inkrustierten Materials zurückzuführen ist. Ich war zunächst bemüht, vollständige Schnittserien herzustellen und habe danach eine Rekonstruktion von *Parazoanthus axinellae* angefertigt, um eine räumliche Vorstellung und damit den inneren Zusammenhang des in seinem Bau äußerst komplizierten Kanalsystems darzustellen. Die Anregung zu dieser Arbeit erhielt ich von meinem verehrten Lehrer Herrn Prof. Dr. F. Pax, dem ich hierfür und für sein großes Interesse, das er meinen Arbeiten, verbunden mit weitgehender Unterstützung, stets entgegengebracht hat, meinen ergebensten Dank ausspreche. Ebenso danke ich ihm für die freundliche Überlassung des reichhaltigen Materials des Breslauer Museums, das er zum größten Teil auf seinen Forschungsreisen an der Adria selbst gesammelt hat.

Untersuchungsmethoden.

Bei der Vorbereitung des Materials zur Herstellung von Schnittserien bin ich im wesentlichen nach der Methode von Seiffert (1928) vorgegangen. Doch habe ich manche Abweichungen für zweckmäßiger gefunden. Von den Färbungsmethoden habe ich mit einigen Abweichungen die von Mallory mit Erfolg angewandt. Bei der Durchführung der Rekonstruktion legte ich die Plattenmodelliermethode von Born u. Peter (1906) zugrunde. Ein Polyp von *Parazoanthus axinellae* wurde hierzu benutzt und ein Modell in 180facher Vergrößerung (Abb. 1) angefertigt.

Die bisherigen Ergebnisse früherer Untersuchungen über das Kanalsystem der Krustenanemonen.

Über den Ursprung der im Mauerblatt verlaufenden Kanäle war man sich bisher im unklaren. Im allgemeinen herrscht die Ansicht, daß sich dieselben vom Ektoderm ableiten, da folgende Befunde hierfür sprechen:

1. Ein direkter Zusammenhang des Kanalsystems mit dem Ektoderm ist nachweisbar.
2. In den Lumina der Kanäle sind Zellen mit Pigmentinhalt und Nesselkapseln vorhanden, die mit denen des Ektoderms große Ähnlichkeit haben.

Folgende Gattungen sind bisher hinsichtlich des Kanalsystems untersucht und beschrieben worden.

1. *Parazoanthus*.

Haddon u. Shackleton, 1891 stellen fest, daß der die Mesoglöa durchziehende Ringsinus nicht überall zusammenhängt, sondern in unregelmäßigen Zwischenräumen von Mesoglöa durchbrochen ist. Einige wenig verzweigte Kanäle verbinden den Ringsinus mit dem Ektoderm. Daher glauben beide Forscher an eine ektodermale Herkunft des Kanalsystems. Erdmann, 1886 sagt, daß der Ringsinus nicht im ganzen Umkreis in gleicher Breite verläuft, sondern vielfach eingeschnürt ist. Selten jedoch führt eine solche Einschnürung zu einer wirklichen Unterbrechung. Zu beachten ist, daß der Kanal jedesmal unter einer Mesenterieninsertion eine erhebliche Anschwellung zeigt. Carlgren, 1913 fand bei *P. haddoni* Carlgr. zahlreiche Zell-

inseln und Lakunen und einen gut entwickelten Ringsinus. Manchmal entdeckte er breite Stränge von Mesoglöabrücken zusammen mit einem breiten Ringsinus an der Basis der Mesenterien.

2. *Zoanthus.*

Haddon u. Shackleton, 1891 fanden, daß zahlreiche sich verzweigende und einmündende Kanäle vom Ektoderm her ihren Anfang nehmen und die Mesoglöa in radiärer Richtung durchziehen. In tieferen Regionen bemerkten sie eine Verbreiterung der Kanäle und ein engeres Aneinanderlegen, so daß sie Ähnlichkeit mit dem Ringsinus an *Parazoanthus* zeigen. v. Heider, 1895 entdeckte in den Kanälen zahlreiche verschiedenartige Zellen und Zellreste und ist der Ansicht, daß das eingeschlossene Zellmaterial ektodermaler Herkunft ist. Hertwig, 1892 konnte in seinen Präparaten nachweisen, daß das Epithel der Körperoberfläche sich trichterförmig einsenkt und sich in einem breiteren oder schmäleren Kanal verlängert. Daher ist auch er der Ansicht, daß das Kanalsystem vom Ektoderm abstammt. Carlgren, 1937 meint, daß das Kanalsystem für die Diagnose von Gattungen zu gebrauchen sei. Bei *Zoanthus coppingeri* (Hadd. u. Shackl.) fand Carlgren ein reich entwickeltes Kanalsystem. Dasselbe zerfällt in 2 verschiedene Anordnungen, die miteinander kommunizieren, und zwar in eine mit dickeren Kanälen, die mehr oberflächlich liegen und eine andere mit dünneren Kanälen, die tiefer in der Mesoglöa einbebettet sind.

3. *Isozoanthus.*

Carlgren, 1913 fand bei *J. arborescens* (Daniels.) in der Mesoglöa zahlreiche Kanäle und Zellinseln, die er als Reste von einem Ringsinus hielt. Bei *J. ultinsulosus* (Carlgr.) sah er größere und kleinere Zellinseln, die miteinander in Verbindung stehen, so daß dieselben ein Lakunensystem bilden.

4. *Palythoa.*

Nach Haddon u. Shackleton, 1891 gibt es bei *Palythoa* kein zusammenhängendes Kanalsystem. Doch sind die Lakunen von verschiedener Größe sehr zahlreich in der Mesoglöa verstreut. Nematocysten und Zooxanthellen sind häufig in den Kanälen anzutreffen. Bei *P. howesii* (Hadd. u. Shackl.) bemerkten sie, daß zuweilen in den Mesenterien Kanäle vorhanden sind, die oft die Form des Sinus annehmen. v. Heider, 1899 hält es für möglich, daß die Kanäle den Weg der Sandpartikel darstellen, die von der Peripherie in das Innere des Körpers gelangt sind. Die in den Kanälen eingeschlossenen Zellen konnte v. Heider nicht mehr erkennen, da dieselben offenbar durch die Art der Konservierung in einen undefinierbaren Detritus umgewandelt sind. Carlgren, 1937 bemerkte, daß die Mesenterialkanäle bei *Palythoa australiae* Carlgr. im unteren Teil fast unverzweigt, dagegen bei *Palythoa howesii* Hadd. u. Shackl. nur wenig verzweigt sind. Bei *Palythoa shackletoni* Carlgr. sind dieselben sehr verzweigt.

5. *Isaurus.*

Haddon u. Shackleton, 1891 fanden, daß die Lakunen hier mit viel kleinerem Durchmesser vorhanden sind und sie viel mehr von Mesoglöa durchbrochen werden als die Kanäle anderer Gattungen. Einige von ihnen stehen mit dem Ektoderm in Verbindung. Andere sind nach dem Entoderm verlagert, so daß beide Forscher die Möglichkeit annahmen, daß die Lakunen sowohl ektodermaler als auch entodermaler Herkunft sein könnten.

6. *Epizoanthus.*

Lwowsky, 1913 beobachtete, daß bei *Epizoanthus* die Kanäle weniger verzweigt sind. Als Ringsinus ist das Kanalsystem bei *E. gracilis* am besten ausgebildet. Infolgedessen gehört das nicht zu *Epizoanthus*, sondern zu *Parazoanthus!* Dagegen ist das Kanalsystem bei *E. indicus* sehr spärlich entwickelt. Lwowsky fand ferner, daß die Ausläufer der Kanäle in die Mesenterien einmünden und glaubt an eine ektodermale Ableitung der Kanäle. Er ist nicht der Ansicht, daß das Kanalsystem in irgendeiner Weise mit dem Gastralraum des Polypen in Verbindung steht.

Eigene Untersuchungen.

Wie in der Einleitung angedeutet wurde, verspricht eine Arbeit, die sich mit der Erforschung des Kanalsystems der Krustenanemonen beschäftigt, nur dann gute Erfolge, wenn man sich bei den Untersuchungen nicht nur auf vollständige Schnittserien beschränkt, sondern darüber hinaus die Möglichkeit hat, an Hand einer Rekonstruktion von den vielen in einer Schnittreihe vorliegenden Einzeldarstellungen ein plastisches Bild zu entwerfen. Ganz abgesehen davon, daß die Rekonstruktion des ganzen Polypen durch ihr körperliches Modell ein gutes Demonstrationsmittel ist, vermittelt sie in den Bau und in den Verlauf der Kanäle einen Einblick, den man niemals durch Betrachtung von Schnittserien erlangen kann. Die Voraussetzung hierfür war die Herstellung vollständiger Schnittserien. Das war bisher weder Haddon u. Shackleton noch v. Heider gelungen, und diese Forscher klagen in ihren Arbeiten oft, daß ihre diesbezüglichen Bemühungen an der schwierigen Vorbereitung des stark inkrustierten Materials gescheitert sind.

Ich habe mich bei meinen Studien, insofern sie die Erforschung des Ursprungs und Verlaufs des Kanalsystems betreffen, auf *Parazoanthus axinellae* (O. Schmidt) beschränkt. Handelt es sich doch in dieser Arbeit darum, sich nicht mit beschreibenden Betrachtungen des Kanalsystems zu begnügen — dieselben sind bereits früher, wie schon erwähnt, ausgiebig behandelt worden —, sondern um den Ursprung und den Verlauf der weitverzweigten Kanäle zu studieren, die bei der Gattung *Parazoanthus* am besten ausgeprägt sind.

Ich habe mich deshalb in meinen Arbeiten auf *Parazoanthus axinellae* beschränkt, weil die Ergebnisse des anatomischen Baues des Kanalsystems in bezug auf Ursprung und weiteren Verlauf desselben sich auf alle anderen Gattungen der Krustenanemonen, die über ein Kanalsystem verfügen, übertragen lassen. So grundverschieden auch die äußere Gestalt, die Anordnung und die Zusammenhänge der Kanäle bei den einzelnen Gattungen der Zoantharien sind, ist Anfang und Ende des Kanalsystems doch bei allen Zoantharien gleichgestaltet.

Das in der Originalaufnahme auf Seite 521 dargestellte Modell (Abb. 1) bestätigt zunächst die Befunde früherer Forscher, daß die Mesoglöa der Länge nach von einem weitverzweigten und äußerst komplizierten Röhrensystem durchzogen ist. Dann aber zeigt das Modell den gesamten Verlauf des Kanalsystems von seinem Ursprung an bis zu seinen Einmündungen in die Mesenterien.

Wie aus nebenstehender Zeichnung (Abb. 2) und der Originalaufnahme des Modells ersichtlich ist, beginnt das Kanalsystem am Boden der Gastralhöhle in Form einzelner Lakunen, die hier noch völlig ungeordnet und regellos das ganze Coenenchym durchziehen. Dieselben stehen untereinander in Kommunikation. Man sieht aus der Zeichnung, wie einzelne Lakunen am Boden der Gastralhöhle mit derselben in direkter Verbindung stehen und wie Zellmassen aus der Gastralhöhle des Polypen in diese offenen Lakunen eindringen.

Abb. 1. Modell des Kanalsystems von *Parazoanthus axinellae.*

Abb. 3 zeigt einen Querschnitt oberhalb des Bodens der Gastralhöhle, und zwar noch im Bereich des Coenenchyms. Derselbe ist absichtlich schief gewählt, um das Kanalsystem in mehreren Höhenlagen gleichzeitig zur Darstellung zu bringen. Wir können hier feststellen, daß die Lakunen noch ziemlich ungeordnet sind, daß sie sich aber von der Ansatzstelle des Mauerblattes ab zu ordnen beginnen, wie es aus der Lagebezeichnung des Schnittes auf der Zeichnung zu ersehen ist.

Abb. 2. Querschnitt durch den Boden der Gastralhöhle. Vergr. 1 : 24.

Abb. 4 zeigt den Querschnitt eines Polypen unterhalb des Schlundrohres. Hier kommt es zur größten Verdichtung der Lakunen, zum sogenannten Ringsinus, der sich in radiärer Richtung als ein ununterbrochenes Lakunenband horinzontal in einer Ebene erstreckt.

Abb. 5 stellt einen Längsschnitt durch einen Teil einer Kolonie, in der mehrere Polypen von *P. axinellae* nebeneinanderstehen, dar. Auch hier sehen wir, daß das Kanalsystem seinen Anfang in der Gastralhöhle nimmt und hier noch in Form einzelner Lakunen auftritt, die aber untereinander kommunizieren. Wir sehen, daß

Abb. 3. Querschnitt durch den proximalen Teil eines Polypen. Vergr. 1 : 30.

in der Höhe der Basis der Gastralhöhle und darunter die Lakunen noch völlig ungeordnet im Cönenchym eingebettet sind, daß sie sich aber allmählich in höheren Regionen ausrichten und nahe aneinander reihen, bis sie sich schließlich zum Ringsinus zusammenlegen. Die umstehende Zeichnung zeigt aber auch, daß an gewissen Stellen der Ringsinus in die Gastralhöhle einmündet, daß er also nicht nur auf Umwegen durch die miteinander kommuni-

zierenden Lakunen, sondern auch selbst mit der Gastralhöhle in Verbindung steht.

Noch eine wichtige Feststellung vermittelt Abb. 5, daß nämlich der Ringsinus des einen Polypen mit dem Ringsinus des benachbarten Polypen in Verbin-

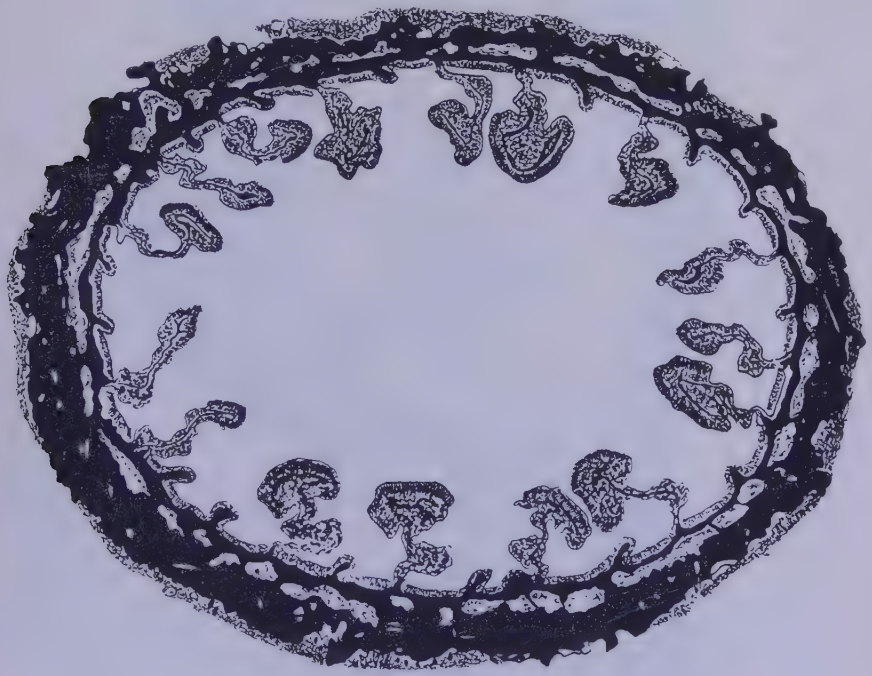

Abb. 4. Querschnitt unterhalb des Schlundrohrs. Vergr. 1:30.

dung steht. Es ist also die Kommunikation des gesamten Kanalsystems nicht auf einen einzigen Polypen beschränkt, sondern sie erstreckt sich auf das Kanalsystem der gesamten Kolonie und aller einzelnen Polypen, die zu ihr gehören. Man könnte demnach den Begriff des Kanalsystems auf die ganze Zoantharienkolonie erweitern und von einem Kanalsystem der Zoantharienkolonie sprechen. Alle Polypen, die zu einer Kolonie gehören, stehen also durch das Kanalsystem miteinander in Verbindung, und all ihre weitverzweigten Röhren und Lakunen kommunizieren nicht nur untereinander und mit der Gastralhöhle, sondern auch miteinander.

Unterhalb des Sphinkters bis zum Cönenchym, wo also der Ringsinus gut entfaltet ist, kann man die Wahrnehmung machen.

Abb. 5. Längsschnitt durch zwei benachbarte Polypen von *Parazonathus axinellae*. Vergr. 1 : 30.

daß vom Ringsinus aus feine Kanäle zum Ektoderm führen und mit ihm in Verbindung stehen. Haddon und Shackleton (1891) hatten diese Feststellnng auch gemacht, und v. Heider (1895, 1899) glaubte darin eine Ableitung des Kanalsystems zu sehen, indem er annahm, daß das Kanalsystem ektodermaler Herkunft sei. Diese Annahme stützte v. Heider ferner mit dem Hinweis, daß das Kanalsystem nicht nur mit Zellmassen entodermaler Herkunft, sondern auch mit Zellmassen angefüllt ist, die vom Ektoderm herrühren, wie z. B. Nesselkapseln. Die Einschlüsse selbst sind, wie v. Heider (1899) sagt, durch die Art der Konservierung zu einem undefinierbaren Detritus umgewandelt worden, so daß man aus denselben keinerlei sichere Rückschlüsse über ihre Herkunft machen kann.

Ich bin bei meinen Untersuchungen zu der Auffassung gekommen, daß die verhältnismäßig engen Kanäle, die den Ringsinus mit dem Ektoderm verbinden, erst sekundär entstanden sind. Der Ringsinus ist nach dem Entoderm zu verhältnismäßig gradlinig von einem dünnen Mesoglöastreifen abgegrenzt. Nach der anderen Seite dagegen, also nach außen in der Richtung des Ektoderms zeigt er an zahlreichen Stellen halbkreisförmige Vorwölbungen, die sich immer weiter vorstrecken und in der Richtung des Ektoderms ausdehnen. Zelleinschlüsse aus dem Ringsinus wandern in diese Ausstülpungen und treiben dieselben weiter in die Richtung auf das Mauerblatt zu. Schließlich gibt offenbar die Mesoglöa nach, und so kommt es zu feinen Rissen und Spalten in derselben, was ohne Zweifel auf Spannungsverhältnisse innerhalb der Kanäle zurückzuführen ist. Dieselben werden offenbar durch Ansammlungen des eingeschlossenen Zellmaterials hervorgerufen. Die feinen Ausführgänge des Ringsinus nach dem Ektoderm sind also gar keine Kanäle im Sinne des Kanalsystems, sondern nur Spalten in der Mesoglöa, die dadurch entstanden sind, daß Ausbuchtungen des Ringsinus nach dem Ektoderm sich immer weiter vorgestreckt haben, während dagegen v. Heider dieselben mit engen, zum Kanalsystem der Zoantharien gehörenden Kanälen identifiziert.

Abb. 6 stellt einen Querschnitt durch den Polypen in der Höhe des Sphinkters dar. Der Schnitt ist hier ebenfalls absichtlich schief gewählt, um das Kanalsystem in mehreren Regionen gleichzeitig auf einer Zeichnung festzuhalten. Aus dieser Zeichnung ist zu ersehen, daß der Ringsinus oben in der Sphinkterregion ebenfalls wie unten im Cönenchym sich in einzelne Lakunen aufzulösen beginnt, die gleichfalls miteinander kommunizieren. Die Lakunen

treiben an den Insertionsstellen der Mesenterien Ausbuchtungen in dieselben, um sie schließlich der Länge nach zu durchziehen. Sie gehören also zum Kanalsystem und sind als Ausläufer desselben in der obersten Region des Polypen zu betrachten. Wohin diese Ausläufer eigentlich münden, kann man an Mikrotomschnitten nicht verfolgen. Darüber gibt das Modell Aufschluß. Dasselbe zeigt, wie diese Ein-

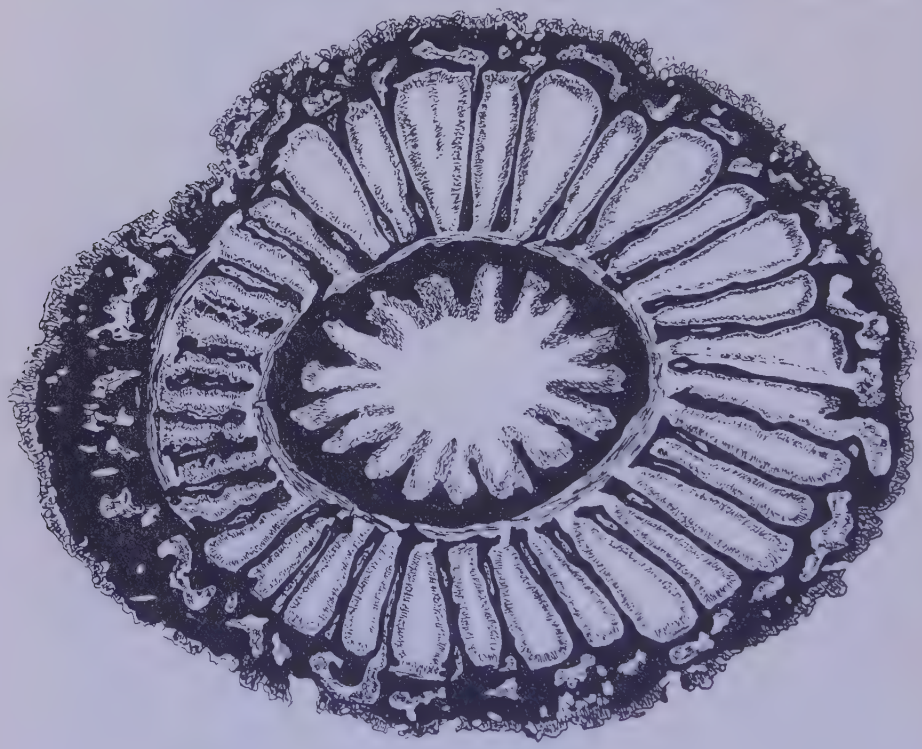

Abb. 6. Querschnitt in der Sphinkterregion. Vergr. 1 : 30.

mündungen des Kanalsystems in den Mesenterien ihre Fortsetzung in feinsten Kapillaren finden, die parallel zur Längsachse des Polypen die Mesenterien durchziehen.

Die eingeschlossenen Fremdkörper des Kanalsystems habe ich nicht näher identifizieren können. Das dürfte auch bei etwaigen zukünftigen Arbeiten kaum gelingen, da dieselben tatsächlich durch die Konservierung derart verändert sind, daß eine Ableitung dieser Einschlüsse unmöglich ist. Ausgenommen sind die Nesselkapseln, die in ihrer äußeren Struktur noch deutlich zu erkennen sind. Da-

gegen ist es mir gelungen, bei der Herstellung von Präparaten in der Färbung einen, wenn auch nur sehr schwachen Unterschied zwischen Zellen ektodermaler und entodermaler Herkunft zu erzielen. Doch kann man hieraus keine unbedingt zuverlässige Folgerung ableiten, da das eingeschlossene Zellmaterial möglicherweise auch in der spezifischen Aufnahmefähigkeit von Farbstoffen verändert worden sein kann.

Unter Berücksichtigung der erwähnten Schwierigkeiten bin ich zu dem Ergebnis gekommen, daß mindestens 95% aller Einschlüsse entodermaler Herkunft sind. Der Rest dürfte sekundär durch Mesoglöaspalten eingewandert sein. Im übrigen sind die Zelleinschlüsse des Kanalsystems in ihrer äußeren Struktur von Haddon und Shackleton (1891) und von v. Heider (1895, 1899) näher beschrieben worden, und ich weise hiermit auf ihre Arbeiten hin. Ich bin bei meinen Untersuchungen, was die äußere Struktur des eingeschlossenen Zellmaterials betrifft, zu den gleichen Resultaten gekommen.

Außer den Hohlräumen, die zum Kanalsystem gehören und mit Zellmaterial angefüllt sind, kommen noch andere Lumina vor. Dieselben gehören aber nicht zum Kanalsystem, was schon daraus hervorgeht, daß sie keinerlei Zelleinschlüsse aufweisen, in ihrer Form eckig und kantig erscheinen und untereinander nicht in Verbindung stehen. Es ist anzunehmen, daß diese Hohlräume Kalkpartikel und Kieselsäurereste enthalten und in ihrer Gestalt sich diesen Einschlüssen von Fremdkörpern angepaßt haben. In den Präparaten erscheinen sie zwar ohne Inhalt, das ist aber darauf zurückzuführen, daß die Kalk- und Kieselsäurereste durch die Entkrustierung des Materials herausgelöst wurden. Was die Beschreibung der äußeren Struktur des Kanalsystems bei den einzelnen Gattungen der Zoantharien betrifft, ist den Arbeiten früherer Forscher nichts wesentlich Neues hinzuzufügen. Ich verweise deshalb auf ihre Arbeiten, von denen ich im vorhergegangenen Abschnitt eine kurze Zusammenfassung gegeben habe. Ich habe folgende Gattungen der Zoantharien in bezug auf das Kanalsystem untersucht: *Parazoanthus*, *Zoanthus*, *Epizoanthus*, *Palythoa*, *Isaurus*, *Sphenopus* und habe gefunden, daß bei allen Gattungen, die über ein Kanalsystem verfügen, sein Verlauf derselbe wie bei *Parazoanthus* ist. Auch hier ist deutlich zu erkennen, daß die Lakunen von der Gastralhöhle ihren Anfang nehmen, die Mesoglöa durchziehen und in die Mesenterien einmünden. Die äußere Struktur und die Beschreibung des anatomischen Baues der

Kanäle der von mir untersuchten Gattungen stimmen mit denen früherer Forscher überein. *Sphenophus* und *Epizoanthus* haben kein Röhrensystem.

v. Heider (1899) hält die Möglichkeit für nicht ausgeschlossen, daß die Kanäle der Zoantharien den Weg darstellen, auf welchem die Sandpartikel von der Peripherie in das Innere der Kolonie befördert werden, indem dieselben erst, wenn sie an ihren Bestimmungsort innen angelangt sind, in die Mesoglöa gepreßt werden. Diese Annahme dürfte sehr fraglich sein, denn ich habe in meinen Untersuchungen im gesamten Kanalsystem nicht die geringsten Spuren von Sand und anderen Fremdkörpern gefunden. Wären wirklich Fremdkörper, die der Inkrustation angehören, in den Kanälen vorhanden, dann müßten dieselben nach dem Herauslösen beim Entkrustieren, ihrer jeweiligen Form entsprechend, Hohlräume in den Kanälen hinterlassen haben. Davon ist aber nirgends in den Kanälen etwas zu erkennen. Vielmehr kann man in den Präparaten die Beobachtung machen, daß die Hohlräume in der Mesoglöa, die vor der Entkrustierung Schwammnadeln enthielten, eine radiäre Orientierung zum Querschnitt des Polypen zeigen, so daß es den Anschein erweckt, als wären diese Fremdkörper durch irgendwelche Bewegungen des Organismus zwangsweise von der Gastralhöhle in die Mesoglöa gepreßt worden. Dieser Befund stützt die Ansicht von Pax (1935), welche besagt, daß die Schwammnadeln offenbar mit Nahrungsbrocken und mit Meerwaser, das die Gastralhöhle der Polypen erfüllt, in das Innere des Körpers befördert werden und daß von dort aus ihr weiterer Transport in die Körperwand vermutlich durch Bewegungen der entodermalen Ringmuskulatur und der Retraktoren der Mesenterien erfolgt. Arndt und Pax (1935) sagen: „Bei starker Kontraktion der Ringmuskulatur und der Retraktoren wird der Inhalt der Gastralhöhle stark zusammengepreßt, und Schwammnadeln, die zufällig eine zum Gastralepithel senkrechte Stellung einnehmen, bohren sich unter Mitwirkung der Muskelkontraktion in die Köperwand ein."

Versuch der Einordnung des Kanalsystems in einen Bauplan.

v. Heider (1899) konnte in den Kanälen der Krustenanemonen keine besondere Anordnung erkennen. Da v. Heider bei seinen Studien sich nur auf Mirkrotomschnitte beschränkte, war eine diesbezügliche Auswertung seiner Untersuchungen nicht möglich. Erst

der Modellbau ließ es zu, aus der Vielheit der Formen und Konturen des Kanalsystems einen Bauplan für das Röhrensystem aufzustellen.

Wenn hier an Hand des Modells der Versuch gemacht werden soll, das Kanalsystem der Zoantharien in einen gesetzmäßigen Bauplan einzuordnen, so ist darunter weder die Grundform des Polypenkörpers, noch die seines inneren Baues zu verstehen, sondern ausschließ-

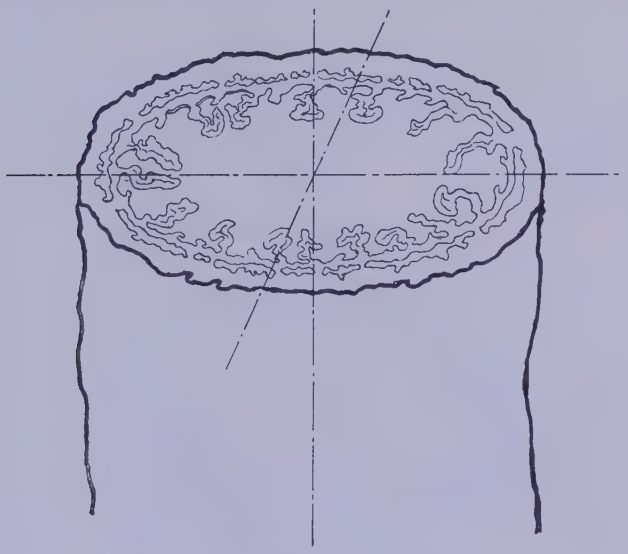

Abb. 7. Bauplan des Kanalsystems.

lich die Lagenbestimmung aller Lakunen, die zum Kanalsystem gehören.

Beim Kanalsystem der Krustenanemonen ist in der Längsrichtung zum Polypenkörper, wie aus Abb. 7 hervorgeht, weder ein oraler noch ein aboraler Pol zu unterscheiden, da die Verbindungsachse dieser Pole keine entgegengesetzten Körperanlagen verbindet. Im Gegensatz dazu steht der Polypenkörper selbst, bei dem die Mundregion mit den Tentakeln einerseits, und die Cönenchymregion andererseits der Längsachse eine Bipolarität verleiht.

Da die Längsachse, dem Kanalsystem zugrunde gelegt, keinen oralen und aboralen Pol hat, ist sie eine isopolare Achse. Dieselbe liegt genau in der Mitte eines jeden Polypenschnittes und ist daher als zentriert zu bezeichnen.

Abb. 8 zeigt, daß um diese zentrierte isopolare Hauptsache bei *P. axinellae* der Ringsinus radiär angeordnet ist und zwar unsymmetrisch auf einem Teilkreis zwischen Ektoderm und Entoderm.

Bei *P. axinellae* liegt der Teilkreis ziemlich nahe am Entoderm und zwar in der oberen Region näher als in der unteren.

Die Nebenachsen A-B und C-D, die senkrecht zur Hauptachse stehen, sind gleichwertig. Sie sind also unter sich indifferent. Deswegen kann man hier weder von einem bilateralen Hauptplan, noch von einer bilateralen Symmetrie sprechen. Fassen wir noch einmal das Ergebnis der soeben angestellten Betrachtung zusammen:

Dem Bauplan des Kanalsystems liegt eine isopolar zentrierte Hauptachse zugrunde, um die die einzelnen Teile des Kanalsystems

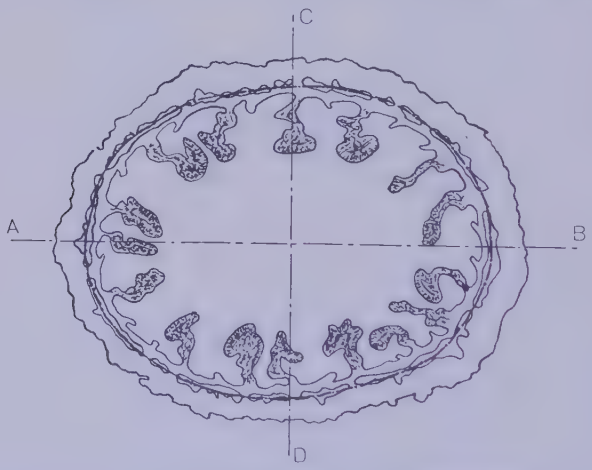

Abb. 8. Symmetrieverhältnisse des Kanalsystems.

radiär angeordnet sind und zwar bei *P. axinellae* unsymmetrisch auf einen Teilkreis zwischen Ektoderm und Entoderm.

Es muß hierbei noch einmal darauf hingewiesen werden, daß die hier genannten Symmetrieverhältnisse sich nur auf das Kanalsystem beziehen und nicht etwa auf den Polypenkörper, wo dieselben gänzlich andere sind. Diese hier entwickelte Architektur, die sich nur auf das Kanalsystem bezieht, kann man dem homaxonen Typus zugrunde legen.

Die Kanalsysteme der anderen Gattungen, so abweichend sie auch voneinander in Gestalt und Form sind, haben denselben Bauplan.

Zusammenfassung.

Fassen wir die Ergebnisse meiner Untersuchungen noch einmal zusammen, die an vollständigen Schnittserien und an einer Rekonstruktion von *Parazoanthus axinellae* gemacht wurden:

Die gesamte Mesoglöa ist in all ihren Teilen von einem weitverzweigten Kanalsystem durchzogen. Dasselbe setzt sich aus einzelnen Lakunen zusammen, die sich bei der Gattung *Parazoanthus* in der Region des Mauerblattes zu einem Ringsinus zusammenschließen, so daß nur in weiten Abständen dieser fast völlig geschlossene Ringsinus von dünnen Mesoglöastreifen unterbrochen wird. Je tiefer die Höhenlagen sind, in denen man den weiteren Verlauf des Kanalsystems verfolgt, desto mehr kommt es zur Auflösung des Ringsinus. Derselbe wird immer mehr von dem Grundgewebe durchbrochen und zerfällt in einzelne Lakunen, die untereinander kommunizieren. Zu einer Auflösung des Ringsinus in Lakunen kommt es auch in den oberen Regionen des Polypen. Dieselben dringen hier an den Ansatzstellen der Mesenterien in dieselben ein und verlaufen in ihnen als feine Kapillare in der Richtung der Längsachse des Polypen. Längsschnitte ergeben den Nachweis, daß die letzten Ausläufer des Ringsinus in die Gastralhöhle einmünden. Damit dürfte es wahrscheinlich sein, daß das Kanalsystem entodermaler Herkunft ist, während v. Heider und Haddon u. Shackleton sowie alle anderen Forscher die Behauptung aufgestellt haben, daß die Kanäle ektodermaler Herkunft seien.

Auswertung.

Wie aus den Beschreibungen meiner Untersuchungsergebnisse hervorgeht, ist die Ableitung des Kanalsystems der Krustenanemonen aus dem Entoderm als sehr wahrscheinlich zu betrachten. Dieses Resultat stützt sich zunächst einmal auf anatomische Studien, dann aber auch auf das Ergebnis der Rekonstruktion eines ganzen Polypenkörpers.

Man könnte hier noch andere Methoden anwenden; ob dieselben aber zum Erfolg führen, ist sehr zweifelhaft. v. Heider (1895, 1899) hat sich z. B. vergeblich bemüht, eine Ableitung des Kanalsystems aus der Identifizierung des eingeschlossenen Zellmaterials zu erzielen, wie bereits an anderer Stelle erwähnt wurde. Schreibt man aber dem Kanalsystem eine Ernährungsfunktion zu, dann ist es sehr leicht einzusehen, daß die eingeschlossenen Zellelemente nicht allein

durch Fixierungsmethoden, sondern durch irgendeinen Abbauprozeß innerhalb der Kanäle verändert worden sein könnten. In der Tat lassen sich einige diese Ansicht stützende Momente anführen. Die äußere Struktur dieser eingeschlossenen Zellen zeigt ein mehr oder weniger schlaffes Gefüge im Gegensatz zu den Zellelementen, die aus der Gastralhöhle eingewandert sind. Ferner ist ganz deutlich eine Kernverminderung festzustellen.

Eine andere Methode und zwar eine solche zur Erlangung von Tatsachen über die entwicklungsgeschichtliche Herkunft des Kanalsystems der Krustenanemonen wäre die Entwickelungsmechanik. Ihre Untersuchungsmethoden können hier vorläufig nicht angewandt werden, weil sich Keimmaterial von den Zoantharien bisher nicht beschaffen ließ.

Ferner ließe sich durch Fütterungsversuche mit verschiedenwertiger Nahrung an möglicht jungen Individuen zeigen, ob und in welchem Zusammenhang Entoderm und Kanalsystem auch in physiologischem Sinn stehen.

Die aus meinen Betrachtungen und Aufzeichnungen sich ergebenden Tatsachen lassen die Annahme zu, daß wenn Entoderm und Kanalsystem in einem histologisch nachweisbaren Zusammenhang stehen, auch ein Zusammenhang im Physiologischen bestehen könnte, und zwar ergeben sich folgende Möglichkeiten:

Der Gedanke, daß das Kanalsystem der Zoantharien einen Beitrag zur Festigung des Polypenkörpers liefern könnte, muß zurückgewiesen werden, da der Befund der histologischen Untersuchungen ergibt, daß im Kanalsystem keinerlei Hohlräume vorhanden sind, die ursprünglich mit stützenden Elementen angefüllt waren.

Betrachtet man die histologische Beschaffenheit des Kanalsystems und bedenkt, daß das Röhrensystem besonders in den unteren Regionen völlig mit Zellmassen vollgepfropft ist, dann muß man zu der Ansicht kommen, daß ein Transport gasförmiger Stoffe sehr fragwürdig ist.

Nachdem die eben genannten Möglichkeiten für eine Funktion des Kanalsystems scheinbar nicht in Frage kommen, bleibt noch folgende Erwägung übrig und zwar die, daß das Röhrensystem dem Transport und Abbau von Nahrungsstoffen dienen könnte. Sie ist in der Tat höchstwahrscheinlich. Dafür sprechen die Befunde, wie ich sie in meinen histologischen Untersuchungen gezeigt habe. Eins der wichtigsten Momente, die für die ernährende Funktion sprechen könnte, ist die direkte Verbindung aller Kanäle

und zwar sowohl des gesamten Kanalsystems, als auch einzelner miteinander kommunizierender Lakunen mit der Gastralhöhle. Es läßt sich in den Präparaten deutlich nachweisen, wie Zellmaterial aus der Gastralhöhle durch die offenen Lakunen in das Kanalsystem eingewandert sind (vgl. Abb. 2 u. 5).

Dann spricht noch eine andere wichtige Feststellung für eine ernährende Funktion, nämlich, daß die in einer Kolonie nebeneinanderstehenden Individuen durch das Kanalsystem in direkter Verbindung stehen, so daß bei vorübergehender Aufnahmeunfähigkeit von Nahrung eines Polypen, trotzdem eine Ernährung desselben möglich ist.

Der Nachweis von Fett im Kanalsystem als Stoffwechselprodukt, der ebenfalls für die physiologische Funktion desselben sprechen würde, ist durch die Lagerung des Materials in Alkohol sehr erschwert, da Fette von Alkohol stark aufgelöst werden. Ein endgültiger Entscheid in dieser Richtung läßt sich nur durch die Untersuchung von frischem Material herbeiführen, welches mir jedoch nicht zur Verfügung stand. Arndt (1913) gelang es, Fett bei Aktinien nachzuweisen, besonders aber in den Zooxanthellen, die mit den Aktinien vergesellschaftet sind. Da aber Zooxanthellen auch im Kanalsystem der Zoantharien vorkommen, dürfte man mit Sicherheit annehmen, daß mit der Anwesenheit dieser Symbionten auch Fett in den Kanälen vorhanden ist.

Die unter Zugrundelegung der Ergebnisse meiner Arbeiten über das Kanalsystem der Zoantharien angestellten Betrachtungen über die physiologische Bedeutung und die Beziehung der Kanäle zum Organismus führen zu der Wahrscheinlichkeit, daß eine ernährende Funktion des Kanalsystems vorliegt.

Literaturverzeichnis.

Arndt, W., 1913, Über das Vorkommen von Fett bei Aktinien. Zool. Jb. **34**, 27—42, 1 Taf., 1 Fig.

Arndt, W. u. Pax, F., 1936, Das Zusammenleben von Krustenanemonen und Schwämmen im Mittelmeer, mit besonderer Berücksichtigung der Adria. Thalassia **2**, No. 3, 1—34, 8 Abb.

Carlgren, O., 1913, Zoantharia. The Danish Ingolf Expedition Copenhagen **5**, No. 4, 62, 6 Textfig., 7 Taf., 1 Karte.

Carlgren, O., 1937, Ceriantharia and Zoantharia. Great Barrier Reef Exped., scientif. Res. **5**, No. 5, 177—207, 34 Textfig., 1 Taf.

Erdmann, A., 1886, Über einige neue Zoantheen. Jena. Z. Naturwiss. **19**, 430 bis 488, 4 Fig., Taf. 3—4.

Haddon, A. C. u. Shackleton, A., 1891, A revision of the British Actiniae. Part 2: The zoantheae. Scientif. Transact. Roy. Dublin Soc., Ser. 2, **4**, 609—672. Taf. 58 - 60.

—, 1893, Reports on the Zoological Collections made in Torres Straits. Ibid., Ser. 2, **4**, 673—701, 4 Taf.

Heider, A. R. v., 1895, Zoanthus chierchiae. Z. Zool. **59**, 1—29, 1 Taf., 1 Fig.

—, 1899, Über zwei Zoantheen. Ibid. **66**, 269—289, 2 Taf.

Hertwig, R., 1882, Die Aktinien der Challengerexpedition Jena, 121 S., 14 Taf.

—, 1888, Report on the Actiniaria dredged by H.M.S. Challenger during the years 1873—76 Suppl. Rep. Scientif. Res. Challenger **26**, 56 S., 4 Taf.

Lwowsky, F. F., 1913, Revision der Gattung Sidisia Gray (Epizoanthus auct.). Ein Beitrag zur Kenntnis der Zoanthiden. Zool. Jb. (Syst.) **34**, Heft 5/6, 557—614. 1 Taf., 14 Abb., 1 Karte im Text.

Pax, F., 1935, Beobachtungen an lebenden Krustenanemonen. Prakt. Mikroskopie 13. Jahrg., Heft 11, 330—344, 9 Abb.

—, 1937, Die Korallenfauna der Adria. Teil 1: Krustenanemonen. Thalassia **2**, No. 7, 1—66, 40 Abb.

Peter, K., 1906, Die Methoden der Rekonstruktion. Jena. 140 S., 40 Abb.

Seifert, R., 1928, Die Nesselkapseln der Zoantharien und ihre differentialdiagnostische Bedeutung. Zool. Jb. (Syst.) **55**, 419—500, 12 Fig., Taf. 11.

Wilsmore, L. J., 1909, On some Zoantheae from Queensland and the New Hebrides. J. Linnean Soc. London. Zool. **30**, 315—328, 3 Taf.

Lebenslauf.

Am 10. Februar 1907 bin ich, Georg Hoffmann, ev. Bekenntnisses, als Sohn des Gutsbesitzers Reinhold Hoffmann in Neitwalde, Kreis Znin geboren. Ich besuchte das humanistische Gymnasium zu Hohensalza und verließ diese Anstalt infolge Ausweisung meiner Eltern aus der Provinz Posen am 28. Juni 1922. Von einem weiteren Schulbesuch mußte ich infolge der wirtschaftlichen Verhältnisse meiner Eltern absehen. Ich erlernte von 1922—1926 den Maschinenbau bei den Enzinger Unionwerken zu Breslau und legte am 29. September 1926 die Gesellenprüfung ab. Um meine Allgemeinbildung zu verbessern, besuchte ich Abendkurse und legte im September 1930 die Reifeprüfung als Extraneer einer Oberrealschule in Breslau ab.

Am 17. April 1931 ließ ich mich bei der Schlesischen Friedrich-Wilhelms-Universität zu Breslau immatrikulieren und wandte mich dem naturwissenschaftlichen Studium zu, speziell der Zoologie. Meine Lehrer waren folgende Professoren und Dozenten: Arndt, Baur, Biltz, Buchner, Buder, Dürken, Ferber, Giersberg, Goetsch, Gross, Haase, Hoheisel, Kühnemann, Kynast, Limpricht, Jul. Meyer, Pax, Petzelt, Reiche, Saurbier, Schaede, Schäfer, Schulemann, Spangenberg, Stammer, Steubing, Suhrmann, Winkler, Wunder.

Ihnen allen spreche ich meinen aufrichtigsten Dank aus.